

# Kaidah Interaksi Sosial dan Keterampilan Berpikir Kreatif Pemahaman Konsep Siswa Terhadap Pencapaian Materi Optik Geometri Optik

M Aprianingtyas<sup>1\*</sup>, S Suparmi<sup>2</sup>, and W Sunarno<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Pascasarjana Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan Jebres Surakarta 57126

<sup>2)</sup> Magister Fisika Fakultas Pascasarjana Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan Jebres Surakarta 57126

\*E-mail korespondensi: [meijiaprianingtyas@student.uns.ac.id](mailto:meijiaprianingtyas@student.uns.ac.id)

---

## Info Artikel: Abstrak

Dikirim:  
24 Januari 2024  
Revisi:  
25 Januari 2024  
Diterima:  
25 Januari 2024

### Kata Kunci:

Interaksi sosial  
berpikir kreatif  
geometri optik

Social interaction  
think creatively  
optical geometry

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kaidah interaksi sosial dan keterampilan berpikir kreatif pemahaman konsep siswa terhadap prestasi belajar optik geometri optik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus. terlihat bahwa kaidah interaksi sosial dan kemampuan berpikir kreatif siswa berpengaruh terhadap prestasi belajar fisika. Oleh karena itu, penting untuk memberdayakan kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran khususnya pada mata pelajaran IPA karena telah diberikan nilai strategis. Penerapan model pembelajaran saintifik dengan metode eksperimen dan proyek ternyata menimbulkan perbedaan hasil belajar fisika. Pembelajaran saintifik dengan metode lain juga dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya. Pembelajaran dengan hasil belajar pada ranah pengetahuan, sikap, dan keterampilan dapat dikaji polanya pada tinjauan interaksi sosial dan keterampilan berpikir kreatif siswa.

### Abstract

The aim of this research was to identify the rule of social interaction and creative thinking skills of understanding students' concepts to the achievement of optical geometry optics. This research uses a qualitative approach to the type of case studies. It can be seen that the rule of students' social interaction and creative thinking skills influence physics achievements. Therefore, it is important to empower creative thinking skills in learning, especially in natural science subjects as it has been given the strategic value. Application of scientific learning models with experimental and project methods turned out to cause differences in physics learning outcomes. Scientific learning with other methods can also be done for further research. Learning with learning outcomes in the realm of knowledge, attitudes, and skills can be examined the pattern on the review of social interaction and students' creative thinking skills.

## **PENDAHULUAN**

Pendidikan merupakan salah satu faktor penting dalam membentuk sumber daya manusia berkualitas yang mampu bersaing dalam skala nasional dan internasional [1]. Sumber daya manusia yang berkualitas diharapkan dapat meningkatkan pembangunan kesejahteraan dan kualitas suatu bangsa. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 20 Tahun 2003 Bab II Pasal 3 tentang sistem pendidikan nasional disebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi untuk mengembangkan dan membentuk karakter bangsa sehingga pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik menjadi manusia yang baik. yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, serta menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab.

Pendidikan juga merupakan sarana untuk menyampaikan dan menanamkan kompetensi (pengetahuan, sikap, dan keterampilan). Kompetensi yang dikembangkan mengacu pada gagasan keterampilan abad ke-21 (21st century skills) [4]. Untuk membangun masyarakat berpengetahuan di abad 21, terdapat kompetensi yang dibangun melalui pendidikan, yaitu: (1) keterampilan hidup dan karir, (2) keterampilan belajar dan inovasi (berpikir kritis, komunikasi efektif, kerja kolaboratif dan kreatif), keterampilan atau literasi. literasi informasi, literasi media, dan literasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Kompetensi pengetahuan abad 21 dapat diwujudkan dengan empat landasan, yaitu (1) dukungan lingkungan pembelajaran, (2) pengembangan profesional, (3) kurikulum dan proses pembelajaran, (4) standar dan proses penilaian. Pentingnya pelatihan kompetensi abad 21 dikemukakan oleh Saavedra & Opver diantaranya pembangunan ekonomi berbasis Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni (IPTEKS) yang berdampak pada perlunya sumber daya manusia yang memiliki kemampuan berpikir kompleks dan berpikir tingkat tinggi serta memiliki kemampuan komunikasi dan komunikasi yang baik. kerjasama [5-7].

Pada Kurikulum 2013 pendekatan pembelajaran yang diterapkan adalah pendekatan saintifik (ilmiah) untuk semua tingkatan [8]. Dalam pendekatan pembelajaran ini meliputi: menggali informasi melalui pengamatan, menanya, mencoba, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi, dilanjutkan dengan menganalisis, menalar kemudian menyimpulkan, serta membuat dan membentuk jaringan [9]. Proses pembelajaran dengan pendekatan saintifik ini menyentuh tiga ranah, yaitu sikap (afektif), pengetahuan (kognitif), dan keterampilan (psikomotor) [10]. Pembelajaran fisika di sekolah akan membawa siswa menemukan suatu konsep berdasarkan kegiatan eksperimen dan observasi [11]. Siswa biasanya juga dituntut tidak hanya mampu menguasai konsep-konsep fisika secara teori saja, namun juga dituntut memahami dan mampu menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan rumus matematika [12,13]. Dengan demikian, informasi mengenai materi fisika yang diperoleh tidak hanya berasal dari guru saja, namun siswa dapat memperoleh informasinya sendiri melalui observasi yang dilakukannya. Pembelajaran dengan landasan ilmiah ini harus didukung dengan menggunakan metode lain, seperti metode eksperimen dan proyek [14].

PISA (Program for International Student Assessment) mengukur literasi sains siswa di beberapa negara setiap tiga tahun. Hasil pengukuran literasi sains PISA tahun 2012 yang diterbitkan oleh OECD (Organization for Cooperation and Development) menunjukkan bahwa tingkat literasi sains siswa Indonesia masih rendah. Indonesia menduduki peringkat ke 64 dari 65 negara anggota OECD dengan skor rata-rata sebesar 382, hasil ini jauh dibandingkan dengan rata-rata skor yang diperoleh negara lain yang mampu mencapai skor rata-rata 501 dan mengalami downgrade dari tahun 2009 dengan jumlah peserta yang sama. 15]. Berdasarkan program studi International Student Assessment (PISA) rata-rata nilai yang diperoleh pada tahun 2015 adalah 403, menduduki peringkat 63 dari 71 negara. Hasil ini jauh dibandingkan dengan rata-rata skor yang diperoleh negara lain yang mampu mencapai skor rata-rata sebesar 493. Hal ini menunjukkan pembelajaran fisika di sekolah belum banyak mengulas tentang kompetensi siswa.

Sejalan dengan penerapan model pembelajaran, guru perlu menerapkan metode pembelajaran yang tepat untuk mencapai kompetensi yang diinginkan selama pembelajaran. Penerapan berbagai metode digunakan untuk mengetahui metode mana yang efisien dan tepat untuk pembelajaran Fisika pada materi tertentu. Beberapa metode pembelajaran antara lain ceramah, tanya jawab, bermain peran, simulasi, demonstrasi, dan eksperimen. Pada beberapa penelitian yang menggunakan model pembelajaran berbasis masalah, metode yang paling banyak digunakan adalah ceramah dan tanya jawab [17]. Dua metode relevan yang digunakan untuk mengajar Fisika adalah metode eksperimen dan metode demonstrasi. Kedua metode ini melatih siswa untuk melakukan kegiatan eksperimen sambil berpikir ilmiah, kritis, jujur, dan bertanggung jawab. Hasil percobaan yang telah dilakukan dikaitkan dengan pengetahuan awal yang telah dipelajari. Jika ternyata terdapat kesamaan antara konsep yang telah dipahami dengan hasil percobaan, maka mereka akan semakin yakin bahwa ilmunya benar.

Metode eksperimen merupakan metode yang menggunakan kegiatan eksperimen [19]. Siswa diberi kesempatan untuk bereksperimen secara pribadi atau membentuk kelompok [20]. Dengan metode eksperimen ini siswa dapat memperoleh hasil berdasarkan percobaannya sendiri dan dapat menarik kesimpulan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan [21]. Sehingga siswa dapat membuktikan sendiri kebenaran teori yang telah dipelajarinya berdasarkan percobaan yang dilakukan [22,23]. Metode proyek merupakan metode yang digunakan untuk memberikan kesempatan kepada siswa untuk melaksanakan suatu proyek dan mempresentasikan hasil proyek tersebut [24,25]. Langkah-langkah metode proyek adalah melaksanakan proyek di bawah arahan guru, membuat laporan tertulis tentang hasil proyek yang telah dilakukan dan mempresentasikan hasilnya di depan siswa lain [26-28].

Di Indonesia, masih belum ada kaitan antara pembelajaran fisika dengan interaksi sosial dan kreativitas siswa dalam pembelajaran fisika. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui hubungan dan interaksi antara metode proyek dan eksperimen, kemampuan berpikir kreatif, dan interaksi sosial. Dari latar belakang permasalahan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pembelajaran fisika berbasis fisika dengan menggunakan metode proyek dan eksperimen ditinjau dari interaksi sosial dan berpikir kreatif siswa. Materi pembelajaran yang digunakan adalah tentang optik geometri optik.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode tes. Metode tes dipilih untuk menggambarkan persentase kemampuan berpikir kreatif siswa di salah satu SMA Negeri di Surakarta. Peneliti menggunakan pertanyaan terbuka dalam mengukur profil siswa untuk memberikan kesempatan bagi mereka untuk berpikir, menghasilkan ide, dan menyarankan ide-ide unik.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis profil awal kemampuan berpikir kreatif siswa. Profil awal kemampuan berpikir kreatif dan interaksi sosial siswa diwakili oleh empat indikator yang terdapat pada soal antara lain kelancaran, keluwesan, orisinalitas, elaborasi. Soal tes yang digunakan adalah soal pilihan ganda terbuka berdasarkan kemampuan berpikir kreatif yang telah divalidasi oleh tim ahli evaluasi pembelajaran kemudian diuji dan dianalisis validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran secara empiris dan logis. data yang diperoleh berupa hasil keterampilan berpikir kreatif diolah dengan menghitung persentase skor yang diperoleh siswa pada setiap indikator kemampuan berpikir kreatif kemudian persentase tersebut diinterpretasikan sesuai dengan kriteria tingkat kemampuan berpikir kreatif. Data yang diperoleh berupa hasil interaksi sosial diolah dengan menghitung persentase skor yang diperoleh siswa pada setiap indikator interaksi sosial kemudian persentase tersebut diinterpretasikan sesuai dengan kriteria tingkat interaksi sosial.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel yaitu variabel bebas yaitu pembelajaran fisika berbasis saintifik dengan metode eksperimen dan proyek, variabel moderator yaitu interaksi sosial siswa dan kemampuan berpikir kreatif siswa, dan variabel terikat yaitu prestasi belajar fisika siswa. dalam aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

### 3.1. Aturan interaksi sosial siswa dalam prestasi fisika

Data sebelum pembelajaran terdiri dari data interaksi sosial siswa yang digunakan untuk mengkategorikan interaksi sosial siswa pada kelas perlakuan menjadi dua kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah. Kategori tingkat interaksi sosial siswa ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kategori Interaksi Sosial Siswa.

Kategori	N	Maks	Min	Rata-Rata	Stdv
Tinggi	12	86	69	78.63	5.45
Sedang	29	83	56	70.58	7.31
Rendah	18	65	49	57.11	4.58

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata siswa kelas eksperimen dan kelas proyek memiliki interaksi sosial sebagian besar berada pada kategori sedang. Pola tersebut menunjukkan bahwa siswa yang berada pada kategori sedang juga memperoleh perolehan skor kedua yaitu sebesar 83, sedangkan skor maksimal siswa yang berkategori interaksi sosial tinggi adalah 86 dan siswa yang berkategori interaksi sosial rendah adalah 65.

### 3.2. Kaidah kemampuan berpikir kreatif siswa dalam prestasi fisika

Data sebelum pembelajaran berupa kemampuan berpikir kreatif siswa yang digunakan untuk mengkategorikan kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelas perlakuan menjadi dua kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah. Kategori tingkat kemampuan berpikir kreatif siswa disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kategori Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa.

Kategori	N	Maks	Min	Rata-Rata	Stdv
Tinggi	15	89	67	72.17	8.21
Sedang	30	85	50	68.30	7.46
Rendah	14	69	48	54.59	5.97

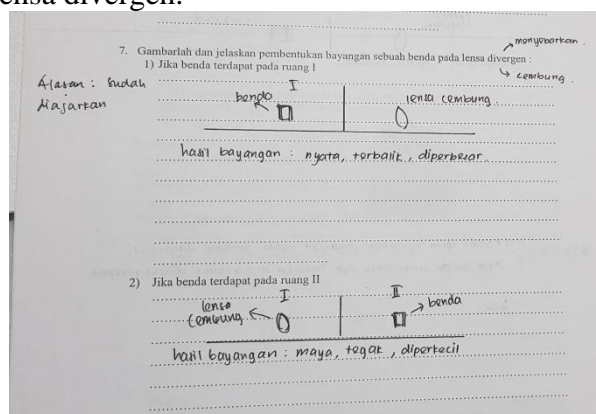
Pada Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata siswa kelas eksperimen dan kelas proyek memiliki kemampuan berpikir kreatif sebagian besar berada pada kategori kemampuan berpikir kreatif sedang. Pola tersebut menunjukkan bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif kategori sedang juga memperoleh perolehan nilai kedua yaitu sebesar 85, sedangkan nilai maksimal siswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif kategori tinggi adalah sebesar 89 dan siswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif kategori rendah adalah sebesar 69.

### 3.3. Pemahaman konseptual siswa tentang optik geometri optik

Hasil analisis dilakukan untuk menguji hipotesis berdasarkan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa yang diberi pembelajaran model saintifik dengan

metode eksperimen dan metode proyek, mengidentifikasi perbedaan hasil belajar antara siswa yang diberi pembelajaran model saintifik dengan metode eksperimen dan metode proyek, mengidentifikasi perbedaan hasil belajar antara siswa yang diberi pembelajaran model saintifik dengan metode eksperimen dan metode proyek, mengidentifikasi perbedaan hasil belajar antara siswa yang diberi pembelajaran model saintifik dengan metode eksperimen dan metode proyek. memiliki karakter tinggi, karakter sedang dan karakter rendah, mengidentifikasi perbedaan hasil belajar siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif tinggi, dan kemampuan berpikir kreatif sedang dan kemampuan berpikir kreatif rendah.

Tujuan penelitian ini juga untuk mengetahui interaksi pengaruh antara pembelajaran saintifik menggunakan metode eksperimen dan metode proyek dengan karakter siswa terhadap hasil belajar siswa, mengidentifikasi interaksi pengaruh antara pembelajaran saintifik menggunakan metode eksperimen dan metode proyek dengan kemampuan berpikir kreatif siswa. hasil belajar siswa, mengetahui interaksi pengaruh antara karakter siswa dan kemampuan berpikir kreatif terhadap hasil belajar siswa, mengidentifikasi interaksi pengaruh antara pembelajaran ilmiah menggunakan metode eksperimen dan metode proyek dengan karakter dan kemampuan berpikir kreatif siswa. Gambar 1 menunjukkan jawaban siswa dalam menentukan bayangan pada lensa divergen.



### Interpretasi jawaban siswa:

#### Masalah:

Gambarkan dan jelaskan proses pembentukan bayangan dengan menggunakan lensa divergen!

#### Jawaban siswa:

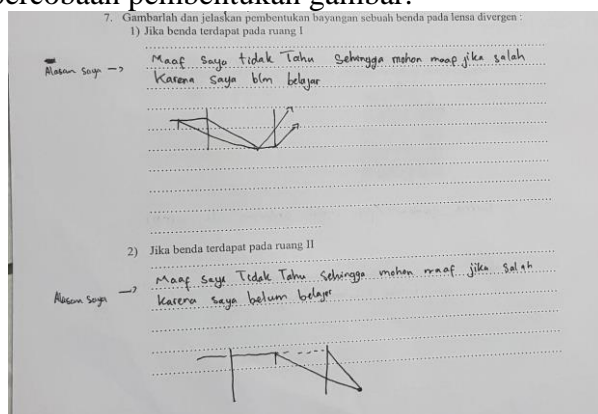
Mereka menggambar pembentukan bayangan lensa divergen tanpa cahaya merambat sejajar. Alasan mereka mengetahui posisi gambar hanya karena mereka telah mengajarkan materi.

**Gambar 1.** Siswa 1 menggambar lensa divergen dengan menggunakan sinar istimewa berdasarkan hukum Snellius.

Gambar 1 menunjukkan jawaban siswa tentang pembentukan bayangan pada lensa divergen. Banyak siswa yang gagal menjawab soal-soal yang berkaitan dengan cermin cembung atau lensa cembung karena adanya perpindahan cahaya dari cermin cekung dan lensa cembung. Sebagai contoh yang mencolok, peserta dapat memberikan pemikiran tentang suatu benda yang terletak pada titik fokus. Beberapa peserta menyatakan bahwa gambar suatu benda tidak akan terbentuk atau terlihat karena mereka belum memahami konsepnya.

Ketika ditanya alasan mengapa mereka menjawab pertanyaan tersebut, jawaban siswa terhadap kedua pertanyaan tersebut benar, namun siswa masih kesulitan menjelaskan maksud grafik pada pertanyaan tanpa perambatan cahaya. Hal ini terlihat dari alasan yang diberikan siswa dalam permasalahan bahwa alasan tersebut tidak mendukung jawaban. Sedangkan alasan permasalahan cukup menggambarkan maksud yang ingin diungkapkan siswa dalam mendukung jawaban, meskipun masih menggunakan bahasa yang sederhana dalam mendeskripsikan ciri-ciri gambar. Proses pembelajaran pembelajaran saintifik dengan metode proyek berbeda dengan pembelajaran saintifik dengan metode eksperimen meskipun kedua pembelajaran tersebut sama-sama memadukan pembelajaran tatap muka dan daring. Pada pembelajaran saintifik dengan metode eksperimen, siswa melakukan percobaan sesuai pedoman yang telah disiapkan guru sehingga kebebasan berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah belum maksimal. Hal ini dikarenakan metode eksperimen menekankan pada keterlibatan langsung siswa untuk melakukan percobaan guna membuktikan suatu hipotesis untuk mendapatkan suatu konsep. Selain itu, pembelajaran saintifik dengan metode eksperimen menekankan pada guru untuk turut serta

membimbing dan membimbing siswa dalam melakukan langkah-langkah dalam setiap percobaan pembentukan gambar.



**Interpretasi jawaban siswa:**

**Masalah:**

Gambarkan dan jelaskan proses pembentukan bayangan dengan menggunakan lensa divergen!

**Jawaban siswa:**

Mereka menggambar pembentukan bayangan lensa divergen dengan cahaya yang disebarkan sejajar. Sedangkan mereka tidak mengetahui jawaban yang benar karena belum mempelajari materinya.

**Gambar 2.** Siswa 2 menggambar lensa divergen dengan menggunakan sinar istimewa berdasarkan hukum Snellius.

Gambar 2 menunjukkan bahwa siswa tidak memberikan jawaban yang benar tentang masalah tersebut. Faktanya, jika benda terletak pada titik fokus cermin cembung atau lensa divergen, maka akan terbentuk bayangan maya benda tersebut antara titik fokus dan cermin atau lensa. Beberapa peserta lain menyatakan bahwa bayangan benda di depan cermin cembung atau lensa divergen akan terbentuk di daerah yang sama dengan benda di lensa cekung, tetapi di sisi lain cermin atau lensa.

Ketika ditanya alasan mengapa mereka menjawab pertanyaan tersebut, jawaban siswa terhadap kedua pertanyaan tersebut salah, namun siswa masih kesulitan menjelaskan maksud grafik pada pertanyaan tanpa perambatan cahaya. Hal ini terlihat dari alasan yang diberikan siswa dalam permasalahan bahwa alasan tersebut tidak mendukung jawaban. Penelitian yang membuktikan bahwa metode proyek lebih baik dibandingkan metode eksperimen juga pernah terjadi pada penelitian-penelitian sebelumnya. Adodo menyatakan bahwa hasil belajar pengetahuan pada metode proyek lebih besar dibandingkan dengan metode eksperimen [29]. Hal ini disebabkan siswa mengalami langsung proses penemuan ilmiah sehingga pembelajaran berlangsung efektif. Hal ini juga didukung oleh Rosnawati yang menyatakan bahwa prestasi belajar kognitif siswa yang diberi metode proyek lebih besar dibandingkan dengan prestasi belajar kognitif siswa yang diberi metode eksperimen [30]. Hal ini disebabkan karena metode proyek memotivasi keinginan belajar siswa. Perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang diberikan metode proyek dan metode eksperimen dapat dilihat melalui cara siswa menyelesaikan suatu masalah yang terkandung dalam soal tersebut. Siswa yang diajar dengan metode proyek sudah terbiasa dalam memecahkan masalah karena perkembangan dan pengalaman siswa dalam menyelesaikan masalah sudah banyak dilakukan, sedangkan siswa yang diberi metode eksperimen belum terbiasa melakukan hal tersebut.

Perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang mempunyai interaksi sosial tinggi, sedang, dan rendah dapat dilihat melalui cara siswa menyelesaikan suatu permasalahan yang terdapat pada soal tersebut. Siswa yang memiliki interaksi sosial tinggi cenderung berusaha mengetahui segala sesuatu yang dipelajarinya secara lebih mendalam dan luas, siswa yang memiliki interaksi sosial tidak mempelajari sesuatu yang lebih mendalam, sedangkan siswa yang memiliki interaksi sosial rendah cenderung bosan mempelajari sesuatu yang baru. Hal ini disebabkan siswa yang memiliki interaksi sosial tinggi belajar lebih luas tentang apa yang dipelajarinya di sekolah.

Perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif tinggi, sedang, dan rendah dapat dilihat melalui cara siswa menganalisis hasil observasi yang terdapat pada soal-soal. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif tinggi mampu menginterpretasikan data hasil observasi dengan tepat, siswa yang memiliki kemampuan

berpikir kreatif kurang mampu menginterpretasikan hasil observasi dengan benar, sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif rendah kesulitan dalam menginterpretasikan data hasil observasi. Siswa masih kesulitan menjelaskan alasan disertai bukti pendukung mengapa pembentukan bayangan pada lensa dapat merambat dengan baik. Hal ini disebabkan siswa kurang mampu menjelaskan peristiwa berdasarkan observasi dengan menggunakan pengetahuan yang ada. Hal ini dikarenakan siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif tinggi mampu melakukan keterampilan proses ilmiah yang berkaitan dengan aspek kognitif seperti merumuskan hipotesis dan menganalisis observasi.

Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa kaidah interaksi sosial dan kemampuan berpikir kreatif siswa berpengaruh terhadap prestasi belajar fisika. Oleh karena itu, penting untuk memberdayakan kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran khususnya pada mata pelajaran IPA karena telah diberikan nilai strategis. Penerapan model pembelajaran saintifik dengan metode eksperimen dan proyek ternyata menimbulkan perbedaan hasil belajar fisika. Pembelajaran saintifik dengan metode lain juga dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya. Pembelajaran dengan hasil belajar pada ranah pengetahuan, sikap, dan keterampilan dapat dikaji polanya pada tinjauan interaksi sosial dan keterampilan berpikir kreatif siswa. Hasil rata-rata nilai interaksi saintifik dan kemampuan berpikir kreatif siswa yang diajar dengan pembelajaran saintifik menggunakan metode eksperimen lebih rendah dibandingkan dengan metode proyek.

## **KESIMPULAN**

Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pemahaman konsep siswa pada materi optik geometri optik dapat diidentifikasi berdasarkan kaidah interaksi sosial dan kemampuan berpikir kreatif. Oleh karena itu, siswa perlu meningkatkan kedua keterampilannya agar memiliki pemahaman konsep yang lebih baik pada beberapa konsep geometri optik di SMA.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan atau dorongan dari rekan-rekan Universitas Sebelas Maret serta suami dan keluarga yang telah banyak memberikan dukungan sejak awal. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penelitian ini terselesaikan dengan baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Adesoaji, F. A., & Omilani, N. A. (2012). A Comparison of Secondary Schools Students' Levels of Conception of Qualitative and Quantitative Inorganic Analysis. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 3(2), 56-61.
- [2] Dewi, Nastitisari. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kompleks Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Mind Mapping. *Jurnal Edu- Sains*, 8(1).
- [3] Lewy, Zulkardi dan N. Aisyah. (2009). Pengembangan Soal untuk Mengukur Kemampuan Tingkat Tinggi Pokok Bahasan Barisan dan Deret Bilangan di Kelas IX Akselerasi SMP Xaverius Maria Palembang. *Jurnal Pendidikan Matematika* (3), 12 (1), 15-28.
- [4] Kuhlthau, Carol. C. (2010). *Guided Inquiry: School in the 21<sup>st</sup> Century*. *School Libraries Worldwide*. 16, 17-28.
- [5] Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). *Teaching and learning 21<sup>st</sup> century skills: lessons from the learning sciences*. RAND Corporation.

- [6] Lubis, M., Muthmainnah., Nurdin., Chaeruman, U. A & Saefudin. (2011). Kompetensi Guru. Jakarta : Teknologi Pendidikan UNJ.
- [7] Liu, O. L., Frankel, L., & Roohr, K. C. (2014). Assessing Critical Thinking in Higher Education: Current State and Directions for Next-Generation Assessment. Educational Testing Service, Princeton, NJ, 6, 1-23.
- [8] Hedges, W. D. (1986). Testing and evaluation for science in the secondary school. Belmont: Wadswort Publishing Company, Inc. Kastberg, D. (2016). Performance of U.S 15-year-old student in mathematics, science, and reading literacy in an internastional context: first look at PISA 2015 Washington: U.S Department of Education.
- [9] Pratiwi, Umi. (2015). Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Berbasis Kurikulum 2013 Terhadap Sikap Disiplin. Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA, 1(1).
- [10] Ramirez, Rachel Patricia B., & Ganaden, Mildred S.. (2006). Creative Activities and Students' Higher Order Thinking Skills. Journal of Education Quarterly, December 2008, 66 (1), 22-23.
- [11] Pratiwi, Umi. (2015). Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Berbasis Kurikulum 2013 Terhadap Sikap Disiplin. Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA, 1(1).
- [12] Treagust, David F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. International Journal of Science Education, 10 (2), 159-169.
- [13] Suwarto. (2013). Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [14] Mueller.J. (2005). The Authentic Assessment Toolbox: Enhancing Student Learning through Online Faculty Development [online]. North Central College, 1(1): 1-7.
- [15] Qing, Z., Ni, S., & Hong, T. (2010). Developing Critical Thinking Disposition by Task-Baed Learning in Chemistry Experiment Teaching. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(2), 4561-4570.
- [16] OECD. 2014. PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they candowithwhattheyknow.[Online].<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>. [25 Agustus 2019]
- [17] Roestiyah, N. K. (2001). Strategi Belajar Mengajar. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [18] Resnick, L. B. (1987). Education and learning to think. Washington, D.C: National Academy Press
- [19] Pizzini, E. L. (1988). Rethinking Thinking in the Science Classroom. Washington DC: National Science Foundation.
- [20] Prasetyo. (2008). Pembelajaran Sains. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- [21] Ormrod, J. E. (2008). Educational Psychology Developing Learners. America: Merrice Prentice Hall.

- [22] Muhammad, S. (2015). Conceptual Framework of Authentic Chemistry Problem Solving Competency among School Students. *Journal of Department of Educational Sciences, Mathematics and Multimedia Creative Faculty of Education Universiti Teknologi Malaysia*, 116 (22919), 122-129.
- [23] Marini. (2014). Analisis Kemampuan Berpikir Siswa dengan Gaya Belajar Tipe Investigatif dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Matematika dan Sains Universitas Jambi*, 3 (5), 44-50.
- [24] Periantawan, E. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran SSCS terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas IV di di Gugus XV Kalibukbuk. *Jurnal Mimbar PGSD Universitas Pendidikan Ganesha Bali*, 2 (1), 1-7.
- [25] Ramos J.L.S., Dolipas, B.B., Villamor, B.B. (2013). Higher Order Thinking Skillss and Academic Performance in Physics of College Students: A Regression Analysis. *International Journal of Innovative Interdisciplinary Research*, Issue 4, p: 48-60.
- [26] Anwar, M. N., Shamim-ur-Rasool, S., & Haq, R. (2012). A comparasion of Creative Thinking Abilities of High and Low Achievevers Secondary School Student. *International Interdisciplinary Journal of Education*, Volume 1 (1).
- [27] Guilford, J.P. (1975). Varieties of Creative Giftedness, Their Measurement and Development. *Gifted Child Quarterly*, 19 (2), 107-121.
- [28] Massoudil, M. (2003). Can Scientific Writing Be Creative? *Journal of Science Education and Technology*, 12(2), 115–128. <https://doi.org/10.1023/A:1023931609549>.
- [29] Adodo, S. O. (2013). Effects of Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Assesment items on Students' Learning Outcome in Basic Science Technology. *Ondo State: Axademic Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(2), 201-210.
- [30] Rosnawati, R. (2012). Enam Tahapan Aktifitas dalam Pembelajaran Matematika untuk Memberdayagunakan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa (Makalah). [serial online]. <http://staff.uny.ac.id>. [29 januari 2019].